

Höhere Verfügbarkeit in Verpackungsanlagen mit digitalen Services

Dr. Holger Grzonka, Siemens AG

Individualisierung und Industrie 4.0

Die abpackende Industrie steht im Zeitalter von Individualisierung und Industrie 4.0 vor neuen produktionstechnischen Herausforderungen. Der Markt fordert einerseits:

- kürzere Produktzyklen (mehr zielgruppenspezifische Produktlinien, Promotions- und Saisonware)
- häufige Umrüstungen und kurze Auftragslaufzeiten
- marketinggetriebene Produktvielfalt

Gleichzeitig soll die Produktivität angehoben und ein dauerhaft hohes Qualitätsniveau erreicht werden. Das erfordert robuste Verpackungsprozesse in Maschinen, die sich automatisch anpassen an:

- die steigende Vielfalt von Formaten, Packmitteln und Packgütern
- Maschinenelemente mit unterschiedlichem Alter und Wartungszustand
- schwankende Umweltbedingungen
- Bediener mit unterschiedlichem Qualifikationsniveau

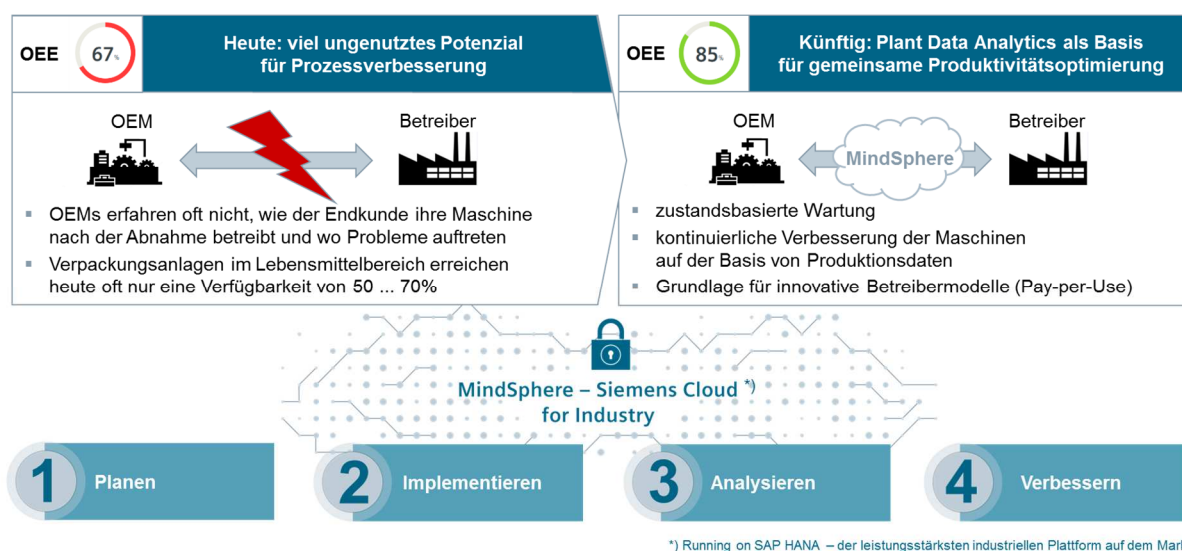


Bild 1: Permanente Datenanalyse ermöglicht kontinuierliche Verbesserung des Produktionsprozesses

Eine Erhöhung der Produktivität für hochflexible Verpackungsprozesse kann durch eine erweiterte Kommunikation zwischen Hersteller und Betreiber von Verpackungsmaschinen erreicht werden. Beide Parteien können komplementäre Erfahrungen in einen **gemeinsamen Optimierungsprozess** einbringen:

- Der Maschinenhersteller kennt seine Maschine und deren Entwicklungsprozess im Detail, hat jedoch wenig Wissen zum Langzeit-Betriebsverhalten (wechselnde Formate, Ausbringungen, Störungsursachen)
- Der Anlagenbetreiber hat viel Betriebserfahrung und kennt die Schwachstellen der Maschine, weiß aber nicht im Detail, wie er sie abstellen soll

Bringt man beide Sichten zusammen, lässt sich eine neue Qualität im Verpackungsprozess mit höherer Produktivität und robusteren Maschinen erreichen. Die gemeinsame Datenbasis aus Produktions- und Maschinendaten bildet die Grundlage für einen kontinuierlichen Verbesserungsprozess.

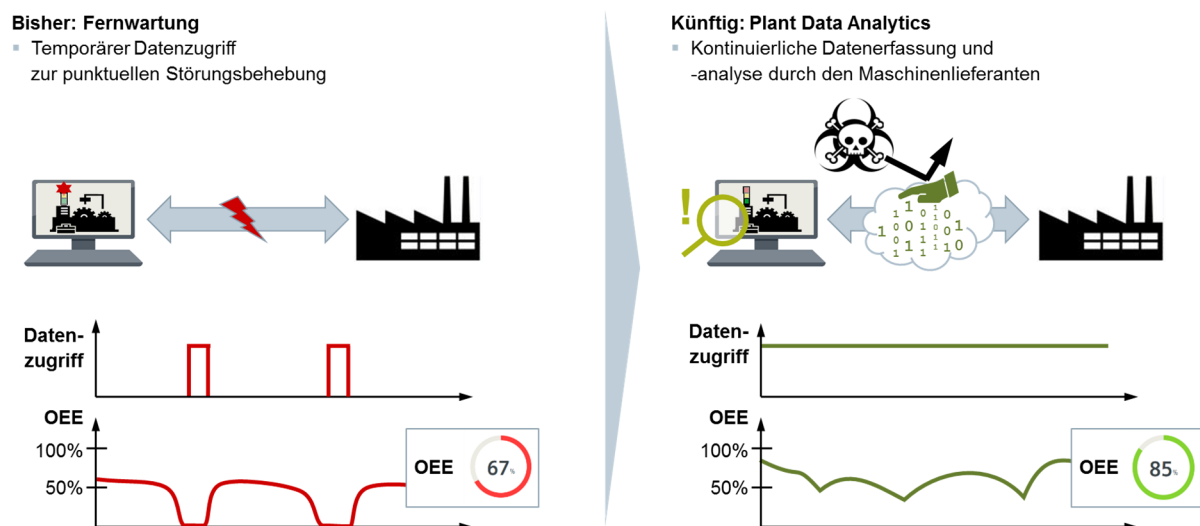


Bild 2: Eine sichere, industrielle IT-Infrastruktur ist die Basis für effektive Datenerfassung und -auswertung

Der vorgeschlagene Datenaustausch geht weit über die bisherigen Kommunikationsmethoden im Automatisierungsumfeld, z.B. bei der Fernwartung, hinaus. Für entsprechende Ergebnisse sind eine permanente Kommunikationsverbindung und kontinuierliche Datenauswertung erforderlich. Intelligente Analysealgorithmen ermöglichen z.B.:

- die Vorhersage von Bauteilausfällen und Planung des Austauschs in nichtproduktiven Zeiten

- die Bewertung des Einflusses der Präzision der Formateinstellung auf die Verpackungsqualität
- die Darstellung der Abhängigkeit der Maschinenverfügbarkeit vom Packmittellieferanten

Wenn die Regeln der **IT-Sicherheit** nicht beachtet werden, können solche kontinuierlichen Datenverbindungen jedoch auch ein Sicherheitsrisiko darstellen. Mehrstufige Sicherheitskonzepte (sowohl technisch als auch organisatorisch) und feingranulare Zugriffsberechtigungen sorgen für entsprechende Sicherheit bei der Datenanalyse. Mit dem richtigen Partner für industrielle IT kann jeder Anlagenbetreiber seinen individuellen Nutzen aus datentechnischen Lösungen zur Produktivitätsverbesserung ziehen.



Bild 3: Geschäftstreiber für digitale Services aus Sicht des Maschinenherstellers

Der permanente Datenaustausch zwischen Maschinenhersteller und Betreiber ermöglicht dem Maschinenhersteller sein Angebot in wichtigen Bereichen signifikant zu verbessern:

- im **R&D Management** für eine Angebots- und Maschinenoptimierung
- im **Service Management** zur Serviceoptimierung, zur Erhöhung der Maschinenverfügbarkeit und damit zur Erweiterung des Servicegeschäftes
- in der **Differenzierung zum Wettbewerb** durch Mehrwerte und neue Geschäftsmodelle, z.B. Pay-per-Use-Angebote)

Die sichere Datenverbindung der Maschine zur einer Cloud bietet insbesondere für globale Anlagenbetreiber mit zahlreichen internationalen Standorten Vorteile. Erlaubt sie doch das

konsistente Einsammeln von Daten aus zahlreichen Werken unter verschiedenen Einflussgrößen (Formate, Packmittellieferanten, Bediener, Umweltbedingungen) und die zentrale Datenauswertung.

Diese Daten geben dem Maschinenhersteller Feedback zum Betriebsverhalten seiner Maschinen im Feld und erlauben ihm die kontinuierliche Verbesserung seiner Maschinenteknologie. Er kann sein Serviceangebot genau auf die Bedürfnisse seines Kunden abstimmen und Serviceeinsätze besser planen. Die höhere Transparenz zum Betriebsverhalten gestattet es dem Maschinenhersteller, genauere Prognosen zur Maschinenverfügbarkeit unter veränderten Betriebsbedingungen zu erstellen.

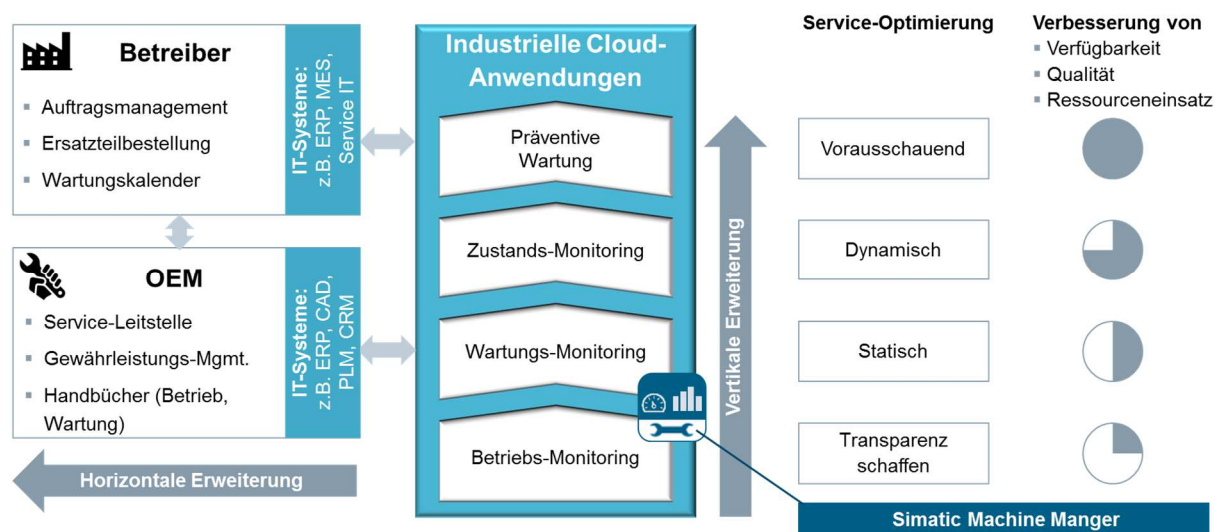


Bild 4: Effiziente Produktion – im ersten Schritt werden die „low hanging fruit“ geerntet

Industrielle Cloud-Anwendungen können in vier grundsätzliche Komplexitätsstufen unterschieden werden. Beginnend mit dem Betriebs-Monitoring auf der untersten Ebene bauen die komplexeren Stufen aufeinander auf. Sie übernehmen die Daten der darunterliegenden Ebene und erweitern deren Funktionalität.

Auf der untersten Ebene im Betriebs-Monitoring sind schon mit einfacher Verknüpfung, Zusammenfassung und Visualisierung vorhandener Maschinendaten spürbare Verbesserungen im Betriebsverhalten erreichbar. Durch die erhöhte **Transparenz** werden Engpässe sichtbar, z.B. können wiederholte Stillstandsursachen schnell erkannt und lokalisiert werden.

Die Verknüpfung dieser Ergebnisse mit geplanten und durchgeführten Wartungsarbeiten führt zu einer **statischen Service-Optimierung** mit festen Wartungsintervallen. Mit weiteren

Informationen aus bestehender oder zusätzlicher Sensorik kann die Service-Optimierung **dynamisch**, d.h. zustandsbasiert, gestaltet werden. Modellbasierte Methoden der künstlichen Intelligenz ermitteln den Servicebedarf **vorausschauend**.

Weiterer Nutzen entsteht durch die horizontale Erweiterung, d.h. Integration in die IT-Systeme beim Betreiber und Maschinenhersteller, z.B. ERP, PPS, MES, CRM. Die nachfolgend vorgestellte cloudbasierte Standardapplikation **Simatic Machine Manager** fokussiert auf Betriebs- und Wartungs-Monitoring.

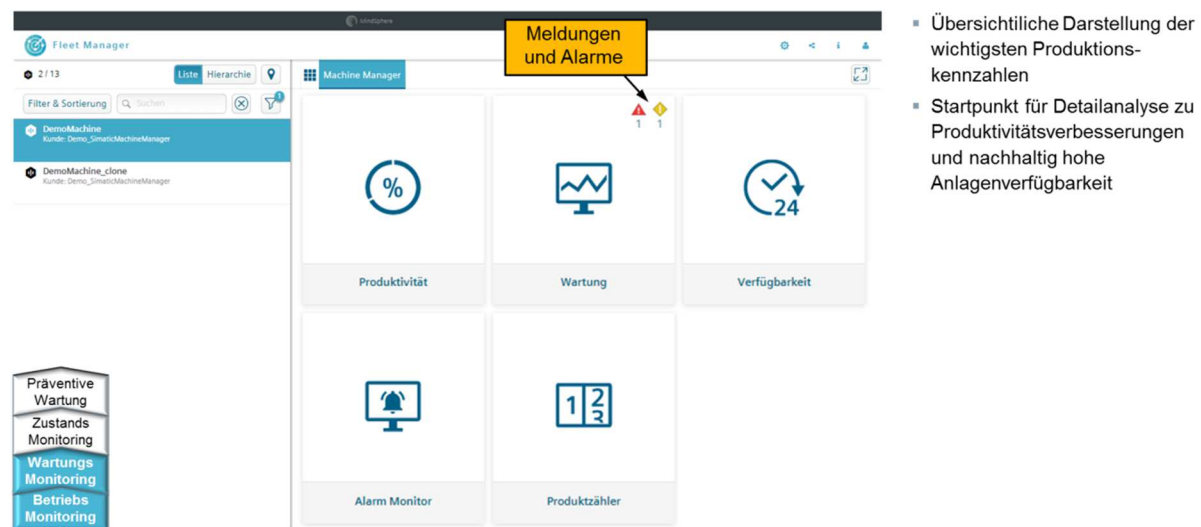


Bild 5: Simatic Machine Manager - Transparenz zu Produktivität und Wartungsbedarf

Mindsphere ist ein offenes, cloudbasiertes IoT Betriebssystem für Datenanalyse in Industriebetrieben. Automatisierungsgeräte unterschiedlicher Hersteller lassen sich in wenigen Minuten sicher an Mindsphere anbinden: Siemens-Steuerungen über einen integrierten Agenten, Steuerungen anderer Hersteller über das OPC-UA Protokoll und kostengünstige IoT-Gateways.

Mindsphere-Applikationen erlauben eine einheitliche und zentrale Übersicht auf weltweit verteilte Anlagen. Der Zugriff ist schnell und sicher, Dank der verwendeten Datenbank-technologien mit integriertem Sicherheitsmanagement und ständig aktualisierten Schutzmaßnahmen. Transport und Verwahrung der sensiblen Daten schützt ein mehrstufiges Defense-in-Depth **Sicherheitskonzept**, die Zugriffsberechtigungen können feingranular eingestellt werden.

Der Simatic Machine Manager ist die **Standardapplikation** für Transparenz zu Produktivität und Wartungsbedarf in Industriebetrieben. Er überwacht die Maschinenperformance und protokolliert notwendige und durchgeführte Wartungen. Auf den folgenden Seiten werden seine wichtigsten Funktionalitäten kurz vorgestellt. Wie alle Standardapplikationen kann auch der Simatic Machine Manager um kundenspezifische Funktionen erweitert werden.

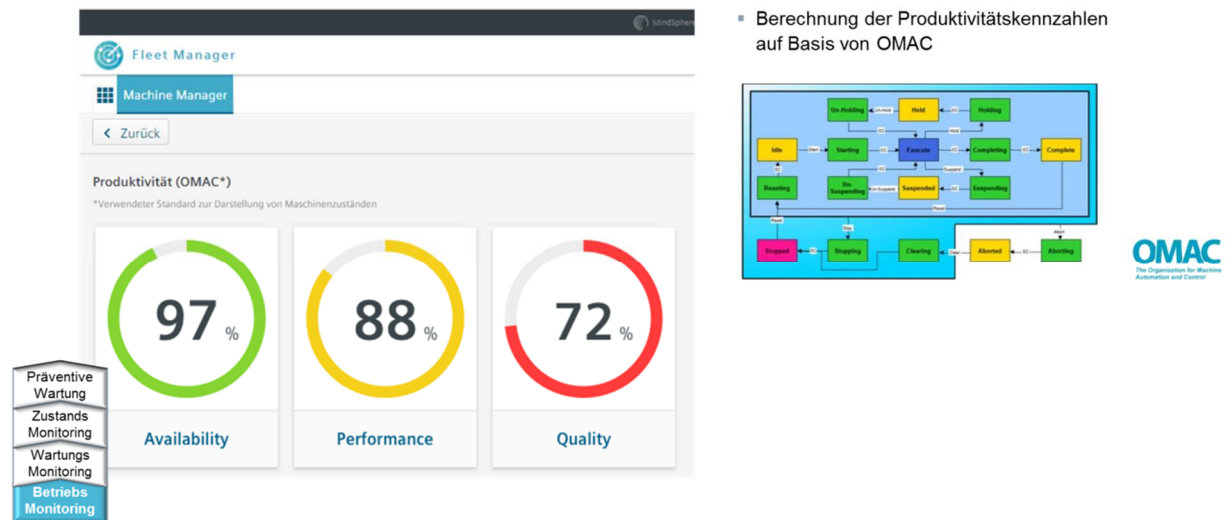


Bild 6: Maschinenproduktivität auf einen Blick

Die drei wichtigsten Kenngrößen für die Beurteilung der **Gesamtanlageneffektivität (OEE)** einer Produktionslinie sind die

- Verfügbarkeit als Maß für die Produktionsbereitschaft
- Performance als Kenngröße für die erzielte Produktionsleistung
- Qualität als Maßstab für den Anteil der Gut-Teile in der Produktion.

Alle drei Kenngrößen werden durch Klick auf die Kachel „Produktivität“ sichtbar und sind entsprechend dem ausgewählten Betrachtungszeitraum berechnet und dargestellt.

Die Berechnung erfolgt nach dem Zeitmodell des OMAC Standards (ISA –TR88), das auch in der DIN 8743 Anwendung findet.

Die Farbdarstellung der Kenngrößen ändert sich gemäß der projektierten Schwellwerte in der Maschinensteuerung. Abweichungen vom Zielwert sind dadurch leicht erkennbar.

Die Produktivitätsberechnung des Simatic Machine Managers ist **Plug-and-Play**, wenn der Maschinenhersteller seine Steuerungssoftware konform nach ISA-TR88 entwickelt hat (Maschinenzustände nach OMAC State Model, Datenpunkte nach OMAC PackTags).

Der Verfügbarkeitsmonitor gibt eine Übersicht zur **Stillstandshäufigkeit** im Schichtverlauf. Damit können Produktionsschichten bewertet und Produktionsaufträge verglichen werden.

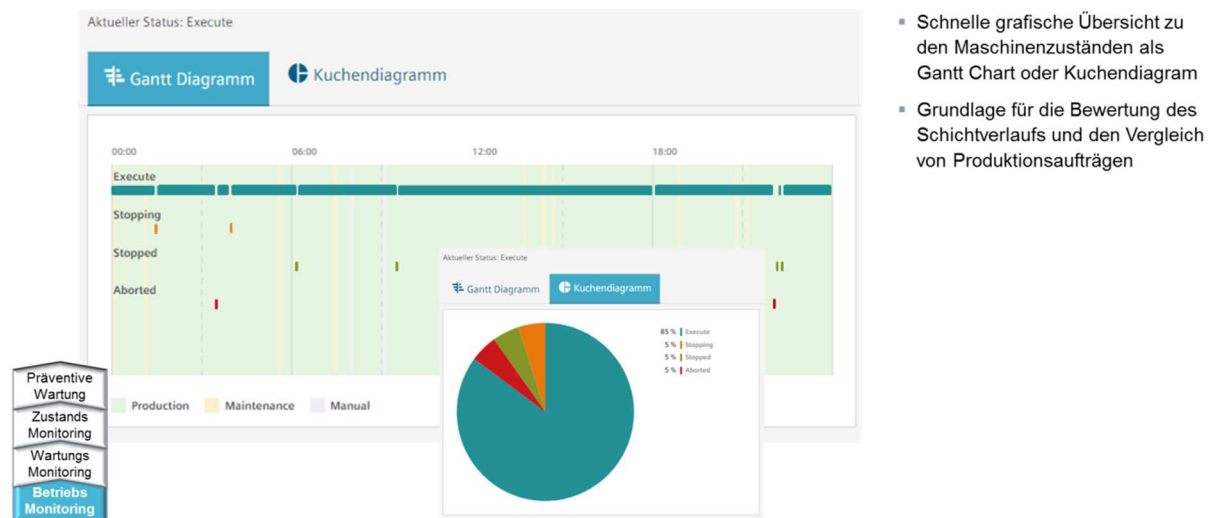
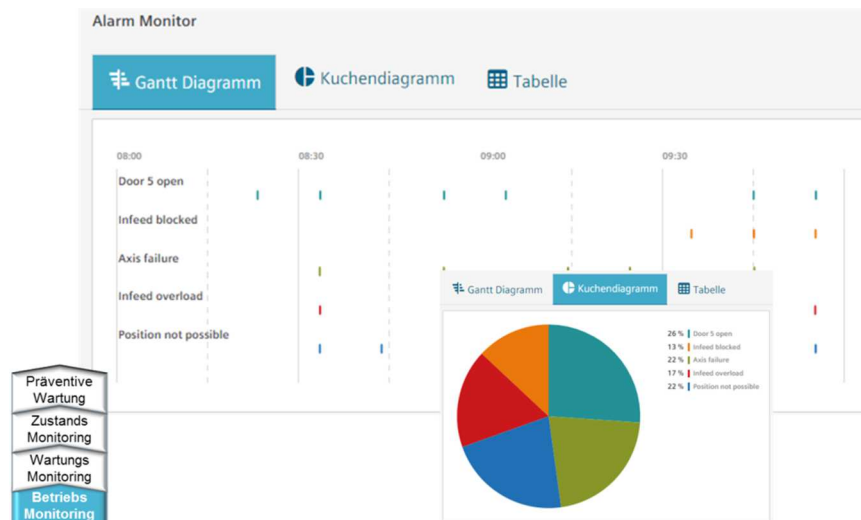


Bild 7: Verfügbarkeitsmonitor zur Visualisierung von Betriebsarten und Maschinenstati

Die Auswahl der Kachel „Verfügbarkeit“ führt zu einer zeitlichen Darstellung aller aufgetretenen Betriebsarten und Maschinenstati im ausgewählten Zeitraum. Die Betriebsmodi wie z.B. Produktion, Wartung und Handbetrieb werden vertikal über den aufgetretenen Zeitraum als Farbflächen dargestellt. Die durchlaufenen Maschinenstati werden mit ihren Klartextbezeichnungen, z.B. Execute, Stopping, Stopped, Aborted, ... in Zeilen aufgelistet und ihr Auftreten wird mit einem farblichen Marker, entsprechend der Dauer ihres Auftretens, entlang der horizontalen Zeitachse dargestellt.

In der Darstellung als Kuchendiagramm lässt sich die prozentuale Verteilung der Betriebsstati über den gewählten Zeitraum schnell erfassen. Beide Darstellungen erlauben eine detailliertere Bewertung der Kenngröße Verfügbarkeit, da in deren Berechnung Teile der dargestellten Betriebsarten und Maschinenstati Anwendung finden.



- Darstellung spezifizierter Alarmer:
 - im zeitlichen Ablauf (Gantt-Chart)
 - in ihrer relativen Häufigkeit (Kuchendiagramm)
 - in ihrer absoluten Häufigkeit (Tabelle)
- Einstieg in die Schwachstellenanalyse der Produktionsanlage

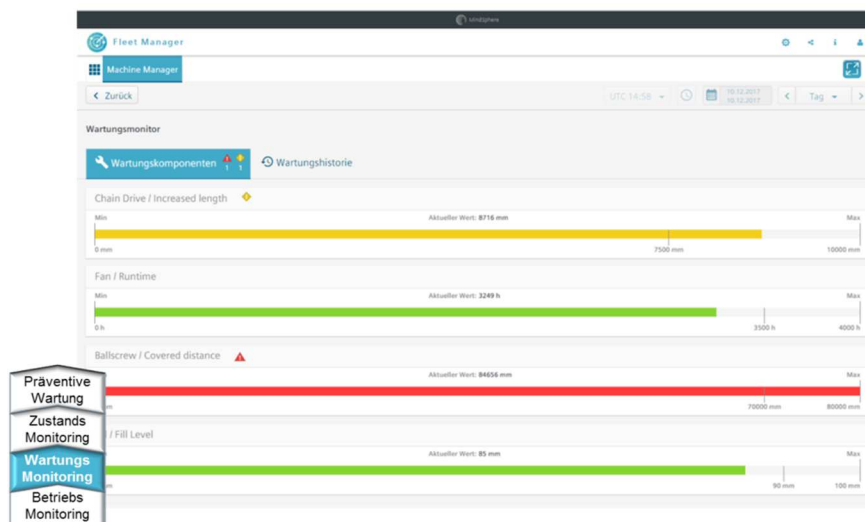
Bild 8: Alarmmonitor zum schnellen Einstieg in die Ursachenanalyse

Der Alarmmonitor stellt alle vom Maschinenhersteller als prozessrelevant definierten Alarmer dar. Sinnvoll ist die Darstellung von Störungen, die den Prozessverlauf beeinträchtigen, denn damit ist ein schneller Einstieg in die **Schwachstellenanalyse** der Produktionsanlage möglich. Beispiele sind:

- Störungen am Ein- oder Auslauf der Maschine
- Störungen der Maschinenfunktion
- Bedienerstopp
- Schutztür-Überwachung

Die Fokussierung auf eine überschaubare Anzahl von relevanten Alarmen empfiehlt sich aus Gründen der Übersichtlichkeit und der transportierten Datenmengen. Der klassische Meldungs- und Alarmspeicher, der im Fehlerfall hunderte von Meldungen und Alarmen auf einmal ausgibt, soll und kann damit nicht abgebildet werden. Typischerweise wird bei Folgefehlern nur die erste Fehlermeldung beim Übergang in den Stopp-Zustand dargestellt.

Die Auswahl der Alarmer für die Ursachenanalyse kann vom Maschinenhersteller frei konfiguriert werden. Die ausgewählten Alarm-IDs werden von der Steuerung in die Mindsphere transferiert und dort mit aussagekräftigen Bezeichnern verknüpft und visualisiert.



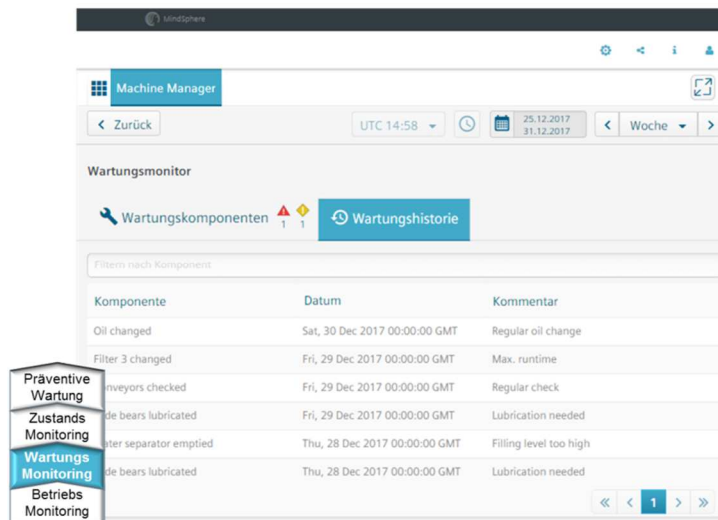
- Wartungskomponenten konfigurierbar:
 - Anzahl der Elemente
 - Elementbezeichnung
 - Alarmgrenzen
- Automatischer Farbwechsel bei Grenzerreichung
- Anzeige von Alarmen und Meldungen im Reiter

Bild 9: Der Wartungsmonitor zeigt den Betriebsstatus wichtiger Maschinenelemente

Der Wartungsmonitor ist das **elektronische Pendant zum Wartungshandbuch**, in dem für alle relevanten Maschinenelemente die Wartungszyklen und notwendige Wartungsarbeiten festgelegt werden. Hier werden alle Maschinenelemente mit Wartungsbedarf aufgeführt. Über eine Laufleiste wird graphisch der Status im Wartungszyklus dargestellt. Ein Zyklus wird definiert über eine Einheit, z.B. Betriebsstunden, Laufmeter, Längung, Füllstandshöhe, etc. und die entsprechenden Meldungs- und Alarmgrenzen.

Wir die Meldungsgrenze überschritten bzw. der festgesetzte Alarmwert erreicht wird ein Meldungs- oder Alarmsymbol (gelbe Raute, rotes Dreieck) ausgegeben und die Farbe der Laufleiste des betroffenen Wartungselements ändert sich von grün über gelb nach rot. Damit wird bevorstehender Wartungsbedarf schnell sichtbar.

Die Bezeichnung der Maschinenelemente, die Einheiten sowie die Meldungs- und Alarmgrenzen können vom Maschinenhersteller frei definiert und in der Steuerung projiziert werden.



- Tabellarische Auflistung der durchgeführten Wartungs- und Reparaturarbeiten
- Beurteilung des Maschinenstatus über die bisher erfolgten Wartungsarbeiten
 - Schwachstellenanalyse durch Transparenz über durchgeführte Reparaturen
 - Liste frei filterbar nach Komponenten

Bild 10: Der Wartungsmonitor hält durchgeführte Wartungsarbeiten im Logbuch fest

Reparaturarbeiten, sofern diese an der Bedienoberfläche der Maschine eingetragen wurden. Die Einträge sind in chronologischer Reihenfolge gelistet und in der Komponentenspalte durch die freie Eingabe von Schlagwörtern filterbar. Die Wartungshistorie erlaubt eine einfache Bewertung des Wartungszustands der Maschinen bzw. der Anlage auf Basis der ausgeführten Arbeiten.

Der Maschinenhersteller erhält über die Analyse der durchgeführten Reparaturen Feedback für ein mögliches Optimierungspotential des Maschinendesigns in der entsprechenden Anwendungsumgebung. Der Anlagenbetreiber kann aus den Daten Rückschlüsse ziehen über eine eventuell notwendige Optimierung der Prozess-parameter, um eine Überlastung einzelner Maschinenelemente zu vermeiden.

	Herausforderung <ul style="list-style-type: none"> ▪ Eine große Supermarktkette forderte eine Cloud-Anbindung für alle neuen Durchlaufwaschanlagen für Lebensmittelkästen ▪ Ziel: Optimierung des Energie- und Reinigungsmittelverbrauchs
	Lösung <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sichere Verbindung der Durchlaufwaschanlagen über die Anlagensteuerung Simatic direkt in die MindSphere ▪ zentrale Darstellung des Reinigungsmittelverbrauchs und weiterer wichtiger Prozessparameter
Profil <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hersteller von Maschinen, Reinigungs- und Desinfektionsmitteln für industrielle Anwendungen 	Kunden-vorteil <ul style="list-style-type: none"> ▪ hohe Prozessqualität und reduzierter Ressourcenverbrauch ▪ effiziente Wartung durch vorausschauende Störungserkennung ▪ Voraussetzung für künftige Abrechnung der Kastenreinigung nach Pay-per-Use Modell

Bild 11: Anwendungsbeispiel zur Optimierung des Ressourcenverbrauchs in einer Waschanlage im Handel

Der Reinigungs- und Desinfektionsmittelhersteller Calvatis analysiert und visualisiert Daten aus industriellen Waschanlagen in der MindSphere. Calvatis deckt dadurch die Anforderung seiner Kunden nach zentraler Überwachung des Reinigungsprozesses ab.

Die Verbrauchswerte von Energie, Wasser, Reiniger und weiteren chemischen Additiven werden für die weltweit installierten Waschanlagen in der Cloud berechnet und visualisiert. Der Betreiber nutzt die Daten intensiv, sie sind ein wichtiges Instrument für die Störungserkennung und die Arbeitsplanung der Servicetechniker geworden.

Entscheidend für Calvatis war, dass sich die installierten Waschanlagen einfach an die Cloud anbinden lassen und die Daten ohne großen Aufwand analysiert werden können. Für die Anbindung von Maschinen genügt ein kostengünstiges IoT-Gateway, das per Plug & Play den Zugang zum Internet und zur Cloud herstellt, ohne zusätzlichen Programmieraufwand. Die Analyse und Visualisierung der Daten erfolgt durch die MindSphere-Standardapplikationen Fleetmanager und Visual Analyzer.

Aufbauend auf den gesammelten positiven Erfahrungen will Calvatis künftig Cloud-Lösungen auch für die Überwachung anderer Reinigungssysteme und Geräte nutzen, um den eigenen Service und den Ressourceneinsatz des Betreibers zu optimieren.